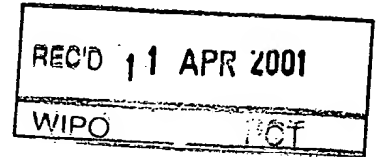


12/7
161

DE 00/4393



**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung
einer Patentanmeldung**

**PRIORITY
DOCUMENT**

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1 (a) OR (b)

Aktenzeichen: 199 64 099.8
Anmeldetag: 31. Dezember 1999
Anmelder/Inhaber: Dipl.-Ing. Reiner G ö t z e n,
Duisburg/DE
Bezeichnung: Verfahren zur Herstellung dreidimensional
angeordneter Leit- und Verbindungsstrukturen für
Volumen- und Energieströme
IPC: B 81 C, B 29 C, H 05 K

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ur-
sprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 29. März 2001
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag

Jerofsky

Dipl.-Ing. Reiner Götzen
Dorfstraße 68, D-46239 Duisburg



Verfahren zur Herstellung dreidimensional angeordneter Leit- und Verbindungsstrukturen für Volumen- und Energieströme.

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung dreidimensional angeordneter Leiter- und Verbindungsstrukturen für Volumen- und Energieströme. Die Volumenströme können gasförmig, flüssig, fest oder aus einem Gemisch dieser Aggregatzustände bestehen. Die Energieströme können akustischen, elektrischen, magnetischen, oder elektromagnetischen Charakter haben.

Derartige Volumen- und Energieströme werden heute in der Regel durch viele unterschiedliche Technologien realisiert. Für die Mikrosystemtechnik sind Leiterbahnen und Bonddrähte die am häufigsten benutzten Transportwege. Für den Transport elektromagnetischen Energien werden neben Hohlleiter auch Glasfasern eingesetzt. Volumenströme realisiert man durch Kanäle, Schläuche und Rohleitungen. Bei zunehmender Miniaturisierung lassen sich diese Leit- und Verbindungselemente nur noch sehr schwer zusammenführen.

Die Erfindung löst die Aufgabe durch den Einsatz eines strukturierten schichtweisen Aufbaus. Schichtaufbauverfahren sind aus der Mikrotechnologie bekannt. So beschreibt die DE-PS 44 20 996 ein Verfahren bei dem zwischen zwei einander parallelen Platten, bei der mindestens eine für elektromagnetische Wellen durchlässig ist, eine geringe Menge des lichteuhärtbaren Kunststoffes aufgrund der Oberflächenspannung gehalten ist. Die Oberfläche der Kunststoffflüssigkeit unterhalb der für elektromagnetische Wellen durchlässigen Platte wird beispielsweise mit einem mittels Laserstrahl nach Maßgabe eines in einem angeschlossenen Rechner gespeicherten 3-Schicht-Modells der zu generierenden Struktur über die Oberfläche geführt. Schicht für Schicht führt das Laserlicht die Kunststoffflüssigkeit entsprechend dem 3-D Schicht Modell, wobei der Abstand der Platten jeweils um eine Schichtdicke vergrößert wird, so daß frisches Kunststoffmaterial allein aufgrund seiner Oberflächenspannung in den entstehenden Zwischenraum zwischen der ausgehärteten Schicht und der Platte nachfließen kann. Auf diese Weise können Strukturen im Mikrometerbereich sehr exakt erzeugt werden.

Diese Technologie macht sich die Erfindung zu nutze.

Dabei werden zur Erzeugung der Schichten unterschiedliche lichteuhärtende Materialien verwendet. Diese Materialien können unterschiedlichste physikalische, chemische und biologische Eigenschaften haben, zum Beispiel: elektrisch leitend, elektrisch isolierend, unterschiedliche optische Brechungsindexe. Beim Austausch der Materialien werden auch die Schichten mit neuem Material gefüllt; in der bei der vorhergehenden Aushärtung keine Aushärtung stattfand. So daß bei der darauffolgenden Aushärtung nicht nur die oberste Schicht mit der darunterliegenden verbunden wird sondern auch Material der obersten Schicht mit dem einer unterhalb der vorletzten Schicht verbunden wird. Damit ist es möglich

innerhalb der Schichtenfolge eine Struktur mit anderen Materialeigenschaften von Layer zu Layer miteinander zu verbinden. Für einen Volumentransport sind dies nichtausgehärtete Bereiche die nach Aushärtung und Spülvorgang als Kanäle zur Verfügung stehen. Ebenso können diese Kanäle als Hohlleiter für die Hochfrequenz benutzt werden, wenn die Wandungen der Kanäle aus Material mit entsprechenden Eigenschaften produziert wird.

Auch lassen sich durch Materialien mit unterschiedlichem Brechungsindex lichtleitenden Strukturen erzeugen. Diese lichtleitenden Strukturen können in Verbindung mit Lichttransistoren (Stichwort: Licht schaltet Licht) zu optischen integrierten Schaltungen benutzt werden.

Auf diese Weise lassen sich auch herkömmliche integrierte Schaltungen IC miteinander verbinden. Denn wurde unter der letzten Oberfläche ein IC in einer Kavität integriert, so kann über den Anschlüssen (Pads) ein Kanal mit leitenden Material erzeugt werden, der dann bis zu einem weiteren IC oder aber auch zu Steckverbindern die auf diese Weise gefertigt wurden geführt werden kann.

Dipl.-Ing. Reiner Götzen
Dorfstraße 68, D-46239 Duisburg

Verfahren zur Herstellung dreidimensional angeordneter Leit- und Verbindungsstrukturen für Volumen- und Energieströme.

Patentansprüche:

1. Verfahren zur Herstellung dreidimensional angeordneter Leit- und Verbindungsstrukturen für Volumen- und Energieströme. Dabei werden zur Erzeugung der Schichten unterschiedliche lichtaushärtende Materialien verwendet. Beim Austausch der Materialien werden auch die Schichten mit neuem Material gefüllt, in der bei der vorhergehenden Aushärtung keine Aushärtung stattfand. So daß bei der darauffolgenden Aushärtung nicht nur die oberste Schicht mit der darunterliegenden verbunden wird sondern auch Material der obersten Schicht mit dem einer unterhalb der vorletzten Schicht verbunden wird. Damit ist es möglich innerhalb der Schichtenfolge eine Struktur mit anderen Eigenschaften von Lage zu Lage miteinander zu verbinden
2. Verfahren nach Anspruch 1,
Gekennzeichnet durch folgende Verfahrensschritte
 - 1) durch strukturierte Verfestigung eines flüssigen lichtaushärtenden Materials mit ausgewählten physikalischen, chemischen oder biologischen Eigenschaften wird eine strukturierte Schicht generiert.
 - 2) die strukturierte Schicht wird vom nichtausgehärteten Material mittels Spülvorgang gereinigt und mit flüssigem lichthärtendem Material mit anderen physikalischen, chemischen oder biologischen Eigenschaften aufgefüllt und mit definierter Schichtdicke nach DE-PS 44 20 996 abgedeckt.
 - 3) durch strukturierte Verfestigung werden Bereiche der ersten Schicht und die neue Schicht strukturiert ausgehärtet.
 - 4) die strukturierten Schichten werden vom nichtausgehärteten Material der letzten Strukturierung mittels Spülvorgang gereinigt und mit flüssigem lichthärtendem Material mit anderen physikalischen, chemischen und biologischen Eigenschaften aufgefüllt und mit definierter Schichtdicke nach DE-PS 44 20 996 abgedeckt.
 - 5) durch strukturierte Verfestigung werden Bereiche der zweiten Schicht und die neue Schicht strukturiert ausgehärtet, womit eine Verbindung von Materialien mit gleichen physikalischen, chemischen oder biologischen Eigenschaften oder eine Isolierung dieser generiert wurde.

- 6) die strukturierten Schichten werden vom nichtausgehärteten Material der letzten Strukturierung mittels Spülvorgang gereinigt
 - 7) nicht mit Material aufgefüllte Bereiche werden entsprechende dem zu erstellenden System mit elektronischen, mechanische, optischen oder chemischen Bauteilen bestückt.
 - 8) die strukturierten Schichten und die Bauteile werden mit flüssigem lichhärtendem Material mit anderen physikalischen, chemischen und biologischen Eigenschaften aufgefüllt und mit definierter Schichtdicke nach DE-PS 44 20 996 abgedeckt
 - 9) durch strukturierte Verfestigung werden Bereiche der vorletzten Schicht und die neue Schicht strukturiert ausgehärtet, womit eine Verbindung von Materialien und Bauteilen mit gleichen physikalischen, chemischen oder biologischen Eigenschaften oder eine Isolierung dieser generiert wurde
3. Verfahren nach Anspruch 2
dadurch gekennzeichnet,
daß mehrere elektronische, mechanische, chemische oder chemische Bauteile miteinander verbunden werden.
 4. Verfahren nach Anspruch 3
dadurch gekennzeichnet,
daß die Verbindungen zwischen den Bauteilen und der Umwelt des Systems für Volumen- und Energieslöme benutzt werden können.

Sauerstoff-Ionenstrom in einer von der Polarität der angelegten Spannung abhängigen Richtung und von der elektrischen Spannungsdifferenz abhängigen Stärke erzeugt, mit der Folge, daß der Diffusionsstrom der Abgase in die Diffusionskammer entsprechend gesteuert wird. Die externe elektrische Spannung zwischen den Pumpelektroden bzw. der zwischen den Pumpelektroden aufgrund des Sauerstoff-Ionenstromes auftretende elektrische Strom werden nun mittels eines Reglers so eingestellt, daß zwischen der Referenzelektrode und der Nernst-Elektrode immer eine elektrische Spannung mit vorgegebenem Sollwert aufrecht erhalten bleibt. Damit sind Polarität und Stärke des zwischen den Pumpelektroden auftretenden elektrischen Stromes ein Signal, welches mit der Zusammensetzung der Abgase und damit mit den λ -Werten korreliert ist.

Derartige Sonden werden beispielsweise in der DE 37 44 206 A1 dargestellt.

Alle vorangehend beschriebenen Sonden müssen während des Betriebes beheizt werden, um auswertbare Signale erzeugen zu können. Deshalb besitzen die Lambda-Sonden und sonstige Gassensoren regelmäßig eine elektrische Widerstandsheizung, welche im Falle eines durch ein Laminat gebildeten Sondenkörpers auf einer Schicht oder zwischen Schichten des Laminates angeordnet ist.

Vorteile der Erfindung

Erfindungsgemäß ist vorgesehen, den Referenzluftkanal in einer drucktechnisch strukturierten Schicht bzw. Schichtanordnung auszubilden.

Dies bietet den Vorteil, daß für den Referenzluftkanal gegenüber der bisher üblichen Herstellung durch

Ausstanzungen in einer grünen Keramikfolie praktisch beliebige und auch kleinteilige Formen möglich werden.

5 Beispielsweise können die Konturen des Referenzluftkanales an die in der Regel mäanderförmigen Konturen der elektrischen Widerstandsheizung angepaßt werden oder in Draufsicht auf die Schichtebenen von einem den Sondenkörper senkrecht zu den Schichtebenen durchsetzenden Eintrittsloch für die Abgase entfernt sein.

10 Darüber hinaus ist es auch möglich, die für den Zutritt der Referenzluft vorgesehene Mündung des Referenzluftkanales fächerartig aufzuteilen und/oder an die Längsränder der den Referenzluftkanal bildenden Schicht bzw. Schichtanordnung zu
15 verlegen, wobei die Schicht bzw. die Schichten der Schichtanordnung in miteinander nicht zusammenhängende Teile zergliedert werden können, ohne daß dadurch der Fertigungsaufwand erhöht wird.

20 Durch die mit der drucktechnischen Herstellung möglichen geringeren Querschnitte des Referenzluftkanales sowie durch dessen vergleichsweise geringe Höhe senkrecht zu den Schichtebenen wird eine gut wärmeleitende Verbindung zwischen den Teilen des Sondenkörpers beidseitig der den Referenzluftkanal aufnehmenden Schicht bzw. Schichtanordnung
30 geschaffen, so daß die beim Start der Heizung auftretenden Wärmespannungen innerhalb des Sondenkörpers gering bleiben bzw. eine besonders schnelle Aufheizung des Sondenkörpers möglich wird.

35 Im übrigen kann vorgesehen sein, den Referenzluftkanal mit einer porösen Masse zu füllen, so daß ein noch besserer Wärmeübergang zwischen den Laminatteilen beidseitig des Referenzluftkanales ermöglicht wird.

Die drucktechnische Herstellung des Referenzluftkanales erfolgt zweckmäßigerweise derart, daß auf der dem Referenzluftkanal zugewandten Seite einer die Heizung tragenden ~~bzw. umhüllenden~~ Schicht und/oder auf der die Referenzelektrode tragenden Seite der zwischen Referenz- und Nernst-Elektrode angeordneten Festelektrolytschicht ein Negativmuster des Referenzluftkanales mit unter Hitze aushärtenden pastösem Material, insbesondere Zirkonoxidpaste, aufgedruckt wird.

Zusätzlich kann vorgesehen sein, die Positivform des Referenzluftkanales mit einem unter Hitze abbrennenden oder unter Bildung einer porösen Struktur ausbrennenden pastösen Materials aufzudrucken. Auf diese Weise wird besonders sichergestellt, daß der Referenzluftkanal senkrecht zu den Schichtebenen des Laminates eine reproduzierbare Höhe hat.

Zusammenfassend ist also festzustellen, daß die Erfindung den allgemeinen Gedanken verwirklicht, den Referenzluftkanal mit drucktechnischen Mitteln zu erzeugen, um praktisch beliebig filigrane Strukturen mit geringem Herstellungsaufwand gut reproduzierbar erzeugen zu können.

Zeichnungen

Ausführungsbeispiele erfindungsgemäßer Lambda-Sonden sind in den Zeichnungen dargestellt und werden im folgenden näher erläutert. Dabei zeigt

Fig. 1 einen der Schnittlinie I-I in Fig. 2 entsprechenden Querschnitt einer breitbandig arbeitenden Lambda-Sonde im Bereich des in den Abgasstrom hineinragenden Endes des Sondenkörpers, Fig. 2 eine Draufsicht entsprechend dem Pfeil II in Fig. 1 auf die Festelektrolytschicht zwischen Referenzelektrode und Nernst-Elektrode, wobei auch

die Konturen der drucktechnisch auf die vorgenannte Schicht aufgetragenen Schicht für den Referenzluftkanal dargestellt sind und
5 Fig. 3 einen zur Schnittebene der Fig. 1 parallelen Querschnitt des referenzluftseitigen Endes des Sondenkörpers.

Beschreibung der Ausführungsbeispiele

10 Gemäß den Fig. 1 und 3 besitzt die dargestellte Lambda-Sonde einen Körper 1, welcher als keramisches Laminat ausgebildet ist. Die Schichten des Laminates werden im grünen Zustand aufeinander aufgelegt bzw. aufgetragen. Durch nachfolgende Sinterung, die nach oder unter gleichzeitiger Pressung des
15 Laminates erfolgen kann, wird dann ein keramisch harter Körper 1 erzeugt.

Im Beispiel der Fig. 1 und 3 ist eine untere Schicht 2 in Form einer dickeren Folie aus Zirkonoxid vorgesehen. Über
20 dieser liegt eine elektrisch isolierende Doppelschicht 3, in der eine elektrische Widerstandsheizung 4 sowie zugehörige Leiterbahnen zur elektrischen Stromzuführung eingebettet sind. Darüber liegt eine durch Siebdruck erzeugte und strukturierte Schicht 5 aus z.B. Zirkonoxidpaste. Innerhalb dieser Schicht ist ein Referenzluftkanal 6 ausgespart, dessen Grundriss in Fig. 2 beispielhaft dargestellt ist und weiter unten noch näher erläutert wird. Dieser
Referenzluftkanal 6 besitzt im Bereich der Schnittebene der Fig. 1 zwei miteinander kommunizierende Endbereiche 6'.
30

Über der Schicht 5 liegt eine Festelektrolyt-Schicht 7 beispielsweise in Form einer Folie aus Zirkonoxid, dem Yttriumoxid beigefügt ist. Zumindest im Bereich der Endbereiche 6' des Referenzluftkanales 6 ist auf der dem
35 Referenzluftkanal 6 zugewandten Seite der Schicht 7 bzw. zwischen den Schichten 5 und 7 eine für Gase permeable,

schichtförmige Referenzelektrode 8 aus porösem Platinmaterial angeordnet, die über eine daran anschließende schichtförmige Leiterbahn 8' (vgl. Fig. 2) mit einem weiter unten erläuterten Anschlußkontakt am Körper 1 verbunden ist.

5 Oberhalb der Festelektrolyt-Schicht 8 liegt eine dünne, drucktechnisch strukturierte Schicht 9, welche beispielsweise wiederum aus Zirkonoxidpaste hergestellt ist. Diese Schicht 9 besitzt eine große Aussparung, welche zentrisch zu einem, den Körper 1 senkrecht zu dessen Schichten durchsetzenden Abgas-Zutrittsloch 10 angeordnet ist. Innerhalb der genannten Aussparung ist unter Freilassung eines Ringraumes 11 poröses Material 12 abgeschieden.

10 Im Bereich des Ringraumes 11 trägt die Festelektrolytschicht 7 eine für Gase permeable, schichtförmige Nernstelektrode 13 aus porösem Platinmaterial.

15 20 Über der Schicht 9 bzw. dem porösen Material 12 liegt eine weitere Festelektrolyt-Schicht 14, z.B. in Form einer Folie aus Zirkonoxid, dem Yttriumoxid beigemischt ist. Diese Schicht 14 trägt auf ihrer dem Ringraum 11 zugewandten Seite sowie auf ihrer vom Ringraum 11 abgewandten Seite für Gase permeable innere und äußere Pumpelektroden 15 und 16 aus zumindest bereichsweise porösem Platinmaterial, wobei diese Elektroden 15 und 16 so geformt sind, daß sie in Draufsicht auf die Schichten des Körpers 1 den Ringraum 11 zumindest im wesentlichen überdecken. Über der Schicht 14 liegt noch eine gasdurchlässige Schutzschicht 17.

30 35 Damit die Widerstandsheizung 4 sowie die verschiedenen Elektroden 8, 13, 15 und 16 elektrisch von außen zugänglich sind, sind am referenzluftseitigen Ende des Körpers 1 Kontaktfahnen (nicht dargestellt) angeordnet, die über eine oder mehrere Schichten durchsetzende Durchkontaktierungen

und daran anschließende, zwischen benachbarten Schichten verlaufende, in der Regel drucktechnisch hergestellte Leiterbahnen mit der Widerstandsheizung 4 bzw. den Elektroden 8, 13, 15 und 16 verbunden sind.

5

Gemäß Fig. 3 sind zwei die untere Schicht 2 durchsetzende Durchkontaktierungen 18 zum Anschluß der elektrischen Widerstandsheizung 4 vorgesehen. Im dargestellten Beispiel besitzen diese Durchkontaktierungen 18 eine ringartige oder zylindrische Form.

10

Des weiteren ist für die Referenzelektrode 8 eine die Schichten oberhalb der Schicht 5 durchsetzende Durchkontaktierung 19 vorgesehen, die ebenfalls ringartig bzw. zylindrisch ausgebildet ist. Dabei können die Kontaktierungen 18 und 19 gleichachsig zueinander angeordnet sein.

15

Um trotz der geringen Schichtdicke der Schicht 5 und des dementsprechend geringen Abstandes zwischen den einander zugewandten Enden der Kontaktierung 19 und der dazu gleichachsigen Kontaktierung 18 eine sichere elektrische Isolation zu gewährleisten, wird das elektrisch isolierende Material der Schicht 5 in die Durchkontaktierung 19 hineingesogen, so daß das in Fig. 3 untere Ende der Durchkontaktierung 19 vollständig von elektrisch isolierendem Material überdeckt wird.

20.

Eine die Schichten 9, 14 und 17 durchsetzende Durchkontaktierung 20 ist mit der Nernst-Elektrode 13 sowie der inneren Pumpelektrode 15 elektrisch verbunden. Die äußere Pumpelektrode 16 ist über eine (nicht dargestellte) Leiterbahn, welche die Schutzschicht 17 durchsetzt, mit einem Kontakt 21 verbunden.

30

35

Anhand der Fig. 2 wird nachfolgend die drucktechnische Erzeugung und Strukturierung der Schicht 5 auf der Schicht 7 erläutert.

5 Zunächst wird auf der folienförmigen Schicht 7 die Referenzelektrode 8 sowie die zugehörige Leiterbahn 8' aufgedruckt, typischerweise durch Siebdruck. Nachfolgend wird dann mit dem Material der Schicht 5 ein Negativbild des Referenzluftkanales 6 sowie seiner Endstücke 6' und
10 gegebenenfalls vorhandener fächerartiger Mündungen 6'' aufgetragen. Dies erfolgt ebenfalls durch Siebdruck unter Verwendung entsprechender Masken, wobei zu bemerken ist, daß damit außerordentlich filigrane und gegebenenfalls nicht
15 zusammenhängende Strukturen erzeugt werden können.

Wenn die Beschichtung der Festelektrolyt-Schicht 7 mit dem Material der Schicht 5 vorgenommen wird, ist die Schicht 7 bereits mit den in den Fig. 1 und 3 oberhalb der Schicht 7 liegenden Schichten zusammengestapelt. Darüberhinaus ist
20 auch bereits die Durchkontaktierung 19 angeordnet. Dementsprechend kann das Material der Schicht 5 an der Durchkontaktierung 19 in deren Innenraum eingesaugt werden, so daß dieser Innenraum zumindest im in Fig. 3 unteren Bereich von Material 5' überdeckt und damit später gegenüber der zur Durchkontaktierung 19 gleichachsigen Durchkontaktierung 18 elektrisch sicher isoliert wird. Insbesondere ist dadurch gewährleistet, daß durch Verschmutzungen keine leitende Verbindung zwischen den zueinander gleichachsigen Durchkontaktierungen 18 und 19
30 geschaffen werden kann.

Gegebenenfalls kann auf die Schicht 7 zusätzlich ein Positivbild des Referenzluftkanales 6 sowie seiner Endstücke 6' und Mündungen 6'' mit einem Material aufgedruckt werden, welches bei der Sinterung des Körpers 1 aufgelöst wird bzw.
35

wegbrennt oder eine poröse, gut gasdurchlässige Struktur bildet.

5 Grundsätzlich ist es auch möglich, die Schicht 3
spiegelbildlich zur Schicht 7 mit dem Material der Schicht 5
und gegebenenfalls auch mit dem für das Positivbild des
Referenzluftkanales 6 sowie seiner Teile 6' und 6''
vorgesehenen Material zu bedrucken. Auf diese Weise kann die
Schicht 5 mit erhöhter Dicke hergestellt werden.

10 Die vorangehend beschriebene Lambda-Sonde funktioniert wie
folgt:

15 Das das Abgas-Zutrittsloch 10 aufweisende Ende des Körpers 1
ist im Abgasstrom bzw. in einem mit dem Abgasstrom eines
Verbrennungsmotors kommunizierenden Bereich angeordnet,
während das andere Ende des Körpers 1 von Referenzluft, in
der Regel von der Atmosphäre, beaufschlagt wird.

20. Über den Referenzluftkanal 6 bzw. seine Mündungen 6''
gelangt Referenzluft bis in die Endstücke 6' des
Referenzluftkanales. Über das Abgas-Zutrittsloch 10 gelangt
Abgas zum porösen Material 12, durch das das Abgas in den
Ringraum 11 diffundiert.

30 Wenn der Körper 1 mittels der elektrischen
Widerstandsheizung 4 hinreichend beheizt wird, kann zwischen
der Referenzelektrode 8 und der Nernst-Elektrode 13 und
damit zwischen den Durchkontaktierungen 19 und 20 eine
elektrische Spannung abgegriffen werden, deren Maß von den
Sauerstoff-Partialdrücken innerhalb der Endstücke 6' des
Referenzluftkanales sowie innerhalb des Ringraumes 11
abhängt. Hierbei wird der Effekt ausgenutzt, daß das
Platinmaterial der vorgenannten Elektroden 8 und 13 die
35 Bildung von Sauerstoff-Ionen fördert bzw. ermöglicht, mit
der Folge, daß in der Festelektrolyt-Schicht 7 eine von der

Konzentration der Sauerstoff-Ionen an den Elektroden 8 und 13 abhängige Ionen-Diffusion auftritt, die zu einer elektrischen Potentialdifferenz zwischen den Elektroden 8 und 13 führt.

5

Der Sauerstoff-Partialdruck im Ringraum 11 kann dadurch gesteuert werden, daß zwischen die Pumpelektroden 15 und 16 eine externe elektrische Spannung mit steuerbarer Polarität angelegt wird. Die entsprechende Spannungsquelle wird an die Durchkontaktierung 20 bzw. den Kontakt 21 angeschlossen. Hier wird wiederum der Effekt ausgenutzt, daß das Platinmaterial der Elektroden 15 und 16 zur Bildung von Sauerstoff-Ionen führt und dann durch die externe elektrische Spannung zwischen den Elektroden 15 und 16 ein durch die Festelektrolyt-Schicht 14 diffundierender Sauerstoff-Ionenstrom mit von der elektrischen Spannung und deren Polarität abhängiger Stärke und Richtung erzeugt wird. Dabei wird zwischen den Pumpelektroden 15 und 16 ein elektrischer Strom abgreifbar.

10

15

20

Nunmehr werden die elektrische Spannung und damit auch der elektrische Strom zwischen den Pumpelektroden 15 und 16 mittels eines Reglers so gesteuert, daß die zwischen der Referenzelektrode 8 und der Nernstelektrode 13 abgreifbare elektrische Spannung immer einem festgelegten Sollwert entspricht. Damit ist der zwischen den Pumpelektroden 15 und 16 abgreifbare elektrische Strom ein Maß für den Sauerstoffgehalt der Abgase relativ zur Referenzluft.

30

Wenn die äußere Pumpelektrode 16 gegenüber der inneren Pumpelektrode 15 auf elektrisch positivem Potential liegt, liegen Betriebsverhältnisse mit $\lambda > 1$ vor. Bei umgekehrter Polarität liegen Betriebsverhältnisse mit $\lambda < 1$ vor, wobei das Maß des zwischen den Elektroden 15 und 16 abgreifbaren elektrischen Stromes mit dem Maß von λ korreliert ist.

35

Die Werte von λ können in einem großen Wertebereich erfaßt werden.

5 Bei den eingangs erwähnten schmalbandig arbeitenden Lambda-Sonden liegt die äußere Schutzschicht 17 oberhalb der Nernst-Elektrode 13, das heißt die Schichten 9 und 14 sowie die Pumpelektroden 15 und 16 entfallen gegenüber den Darstellungen in den Figuren 1 und 3. Die zwischen den Elektroden 8 und 13 abgreifbare elektrische Spannung ist dann ein Maß für den Sauerstoff-Partialdruck der Abgase.

10 Unabhängig von der Bauart der Lambda-Sonden, für schmalbandige oder breitbandige Messung, kann der Referenzluftkanal 6 mit seinen Teilen 6' und 6'' in der oben
15 dargestellten Weise durch drucktechnische Abscheidung der strukturierten Schicht 5 erzeugt werden.

20

09.12.99

5

ROBERT BOSCH GMBH, 70442 Stuttgart

10

Ansprüche

15

1. Gassensor, insbesondere Lambda-Sonde, mit als gesintertes Keramik-Laminat ausgebildetem Körper (1) und darin innerhalb einer Schicht (5) des Laminates angeordnetem Referenzluftkanal (6) auf dessen einer Seite eine im Laminat elektrisch isoliert eingebettete elektrische Widerstandsheizung (4) und auf dessen anderer Seite eine Elektrodenanordnung (8, 13; 15, 16) vorgesehen ist, welche zumindest eine innenseitig einer Begrenzungswand des Referenzluftkanals angeordnete, zumindest bereichsweise für Gase permeable Referenzelektrode (8) und eine vom zu sensierenden Gas beaufschlagbare Nernst-Elektrode (13) aufweist, die ebenfalls zumindest bereichsweise für Gase permeabel ausgebildet und von der Referenzelektrode (8) durch eine für Ionen, insbesondere Sauerstoffionen, leitfähige und permeable Festelektrolytschicht (7) getrennt ist,

20

30

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß der Referenzluftkanal (6) in einer drucktechnisch, insbesondere durch Siebdruck, strukturiert hergestellten Schicht bzw. Schichtanordnung (5) ausgebildet ist.

35

2. Gassensor nach Anspruch 1, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,

daß an der elektrischen Widerstandsheizung (4) in der Umgebung des Referenzluftkanales (6) bzw. seiner Teile (6'') im Vergleich zum Referenzluftkanal großflächige Bereiche der drucktechnisch strukturierten Schicht (5) zur wärmeleitenden Kopplung der Widerstandsheizung mit der Elektrolytschicht (7) zwischen Referenz- und Nernst-Elektrode (8,13) vorgesehen sind.

3. Gassensor nach Anspruch 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet,
daß der Referenzluftkanal (6) mit porösem, gut gasdurchlässigem Material gefüllt ist.

4. Gassensor nach einem der Ansprüche 1 bis 3,
dadurch gekennzeichnet,
daß der Referenzluftkanal (6) in Draufsicht auf die Schichtebenen des Laminates außerhalb einer im Körper (1) angeordneten, zu den Schichtebenen senkrechten Zutrittsöffnung (10) für das zu sensierende Gas angeordnet ist.

5. Gassensor nach einem der Ansprüche 1 bis 4,
dadurch gekennzeichnet,
daß der Referenzluftkanal (6) in Draufsicht auf die Schichtebenen des Laminates außerhalb von Durchkontaktierungen (18 bis 20) angeordnet ist, welche Elektroden (8,13,15,16) bzw. damit elektrisch verbundene Leiterbahnen mit außenseitig am Körper (1) angeordneten Kontakten verbinden bzw. als solche ausgebildet sind.

6. Gassensor nach einem der Ansprüche 1 bis 5,
dadurch gekennzeichnet,
daß der Referenzluftkanal (6) an zumindest einer Längsseite der den Kanal aufweisenden Schicht (5) nach außen mündet (Mündungen 6'').

7. Gassensor nach einem der Ansprüche 1 bis 6,
dadurch gekennzeichnet,
daß der Referenzluftkanal (6) fächerartig angeordnete
Mündungen ~~(6')~~ zum Eintritt der Referenzluft aufweist.

5

8. Gassensor nach einem der Ansprüche 1 bis 7,
dadurch gekennzeichnet,
daß ein oder mehrere Schichten durchsetzende
Durchkontaktierungen (19) mit, in Draufsicht auf die
Schichtebenen, ringförmigen Querschnitten innenseitig mit
einer elektrisch isolierenden Beschichtung (5') versehen
sind.

10

9. Gassensor nach Anspruch 8
dadurch gekennzeichnet,
daß die den Referenzluftkanal aufweisende Schicht (5) aus
gleichem Material wie die Beschichtung (5') der
Durchkontaktierung (19) besteht.

15

10. Verfahren zur Herstellung eines Gassensors nach einem
der Ansprüche 1 bis 9,
dadurch gekennzeichnet,
daß auf der dem Referenzkanal (6) zugewandten Seite einer
die Widerstandsheizung (4) tragenden bzw. umhüllenden
Schicht (3) und/oder auf der die Referenzelektrode (8)
tragenden Seite der zwischen Referenz- und Nernst-Elektrode
(8,13) angeordneten Festelektrolyt-Schicht (7) ein
Negativmuster des Referenzluftkanales (6) mit unter Hitze
aushärtendem Material, z.B. Zirkonoxidpaste, aufgedruckt
wird.

20

30

11. Verfahren nach Anspruch 10,
dadurch gekennzeichnet,
daß zusätzlich ein Positivmuster des Referenzluftkanales (6)
mit unter Hitze ausbrennendem oder in eine poröse, gut

35

gasdurchlässige Struktur übergehendem Material aufgedruckt wird.

5 12. Verfahren nach Anspruch 10 oder 11,
dadurch gekennzeichnet,
daß der Materialauftrag durch Siebdruck erfolgt.

10

09.12.99

5

ROBERT BOSCH GMBH, 70442 Stuttgart

10

Zusammenfassung

15

Der Referenzluftkanal eines Gassensors bzw. einer Lambda-Sonde mit als Laminat ausgebildetem Körper wird drucktechnisch hergestellt, indem eine entsprechend strukturierte Schicht auf eine Nachbarschicht aufgedruckt wird, z.B. durch Siebdruck.

20

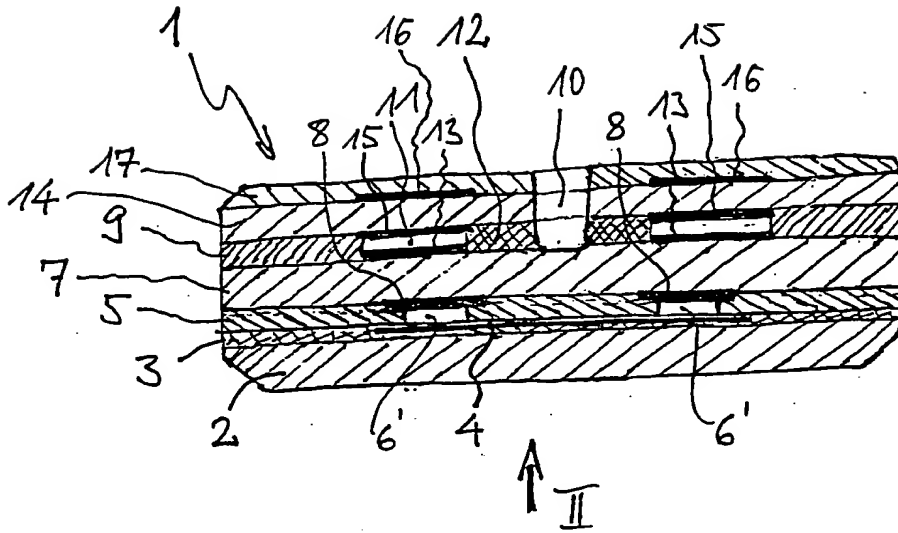


Fig. 1

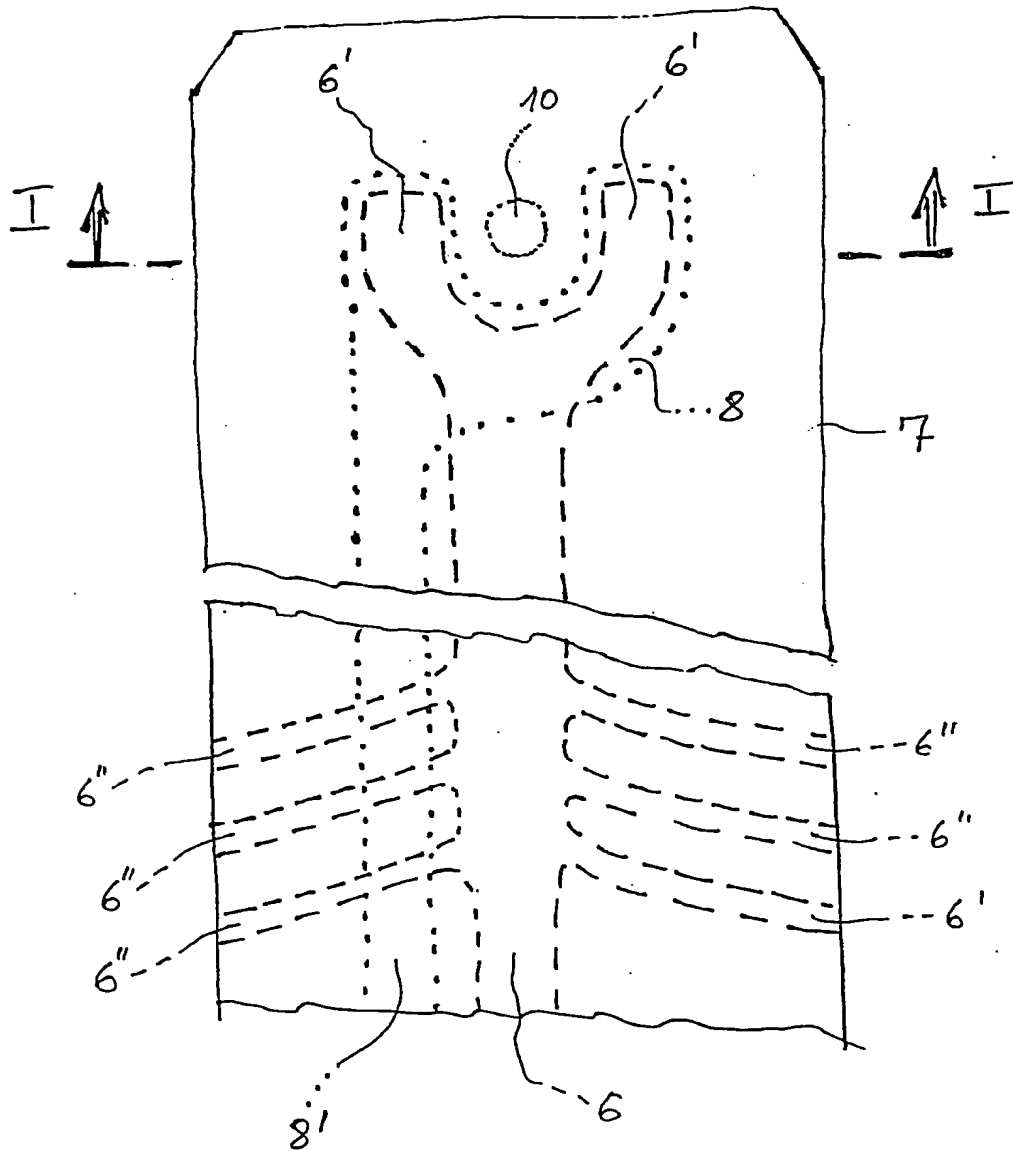


Fig. 2

THIS PAGE BLANK (USPTO)